Agriculture College – Wasit University

Dijlah Journal of Agricultural Sciences

ISSN 2790 – 5985
eISSN 2790 – 5993

Dijlah J. Agric. Sci.، 3(3):160-177, 2024

The Effect of Moisture Depletion, Soil Conditioners, and Transpiration Inhibitors on the Physical Properties of Soil Cultivated with Sunflower (Helianthus annuus L.)

Doaa Najah Jabr Al-Waeli [1] Jamal Nasser Abdulrahman Al-Saadoun[2]
College of Agriculture, Department of Soil Science and Water Resources – University of Wasit
Riyadh Jabar Mansour Al-Maliki[3]
College of Agriculture, Department of Field Crops – University of Wasit

Corresponding author: Duaa.najah@uowasit.edu.iq

The experiment was conducted in the experimental field of the College of Agriculture, University of Wasit, located at a longitude of 45°50′33.5″ E and a latitude of 32°29′49.8″ N, during the 2023 autumn season. The study aimed to investigate the effect of moisture depletion, soil conditioners, and transpiration inhibitors on some physical properties of soil cultivated with sunflower (Helianthus annuus L.). The experiment was carried out using a split–split plot design (RCBD) with three factors.

The first factor was moisture depletion at two levels: 50% and 75% of available water. The second factor was soil conditioners, including two types, zeolite and perlite, along with a control without any amendment. The third factor was the transpiration inhibitor (Orslic) and a control without inhibitor. Sunflower seeds (Flamy variety) were sown on 1/8/2023 using the drilling method and harvested on 25/11/2023. All experimental units were irrigated twice before germination, based on the 50% moisture depletion level and the volumetric moisture content obtained from the soil moisture characteristic curve. Irrigation depths were calculated using soil moisture measurements and the water balance equation. Soil moisture content was determined after each irrigation and before the subsequent irrigation, according to the moisture depletion levels used in the experiment (50% and 75% of available water), to schedule irrigation throughout the growing season.

The main results can be summarized as follows:

1. The plots irrigated at 50% moisture depletion significantly outperformed those irrigated at 75% moisture depletion in reducing soil bulk density at the end of the season, with a value of 1.121 g·cm^{-3} compared to 1.176 g·cm^{-3} for the 75% treatment. Similarly, the 50% moisture depletion treatment significantly increased total porosity, reaching 55.493% compared to 54.089% for the 75% treatment. This treatment also exceeded the 75% treatment in saturated hydraulic conductivity, recording 1.14 and 1.09 cm/h, respectively. Additionally, soil aggregate stability was higher under the 50% moisture depletion treatment, at 27.2% compared to 25.9% for the 75% depletion level.

2. Treatments amended with zeolite significantly outperformed those with perlite and the control in reducing soil bulk density at the end of the season, with values of 1.093 g·cm^{-3} compared to 1.111 and 1.242 g·cm^{-3} for the perlite and control treatments, respectively. Zeolite also

significantly increased total porosity (57.999%), saturated hydraulic conductivity (1.18 cm/h), and soil aggregate stability (28.1%) compared to perlite (55.98%, 1.15 cm/h, 26.6%) and the control (50.39%, 1.01 cm/h, 24.9%)

Received:1/7/2024 **Accepted:25/11/2024** **Published:26/11/2024**

تأثير الاستنزاف الرطوبي ومحسنات التربة ومثبطات النتح على الصفات الفيزيائية للتربة المزروعة بمحصول زهرة الشمس

دعاء نجاح جبر الوائلي [1] **جمال ناصر عبد الرحمن السعدون[2]**

كلية الزراعة ـ جامعة واسط

رياض جبار منصور المالكي[3]

كلية الزراعة ـ جامعة واسط

الخلاصة

45 شرقا وخط عرض "49.8 '29 ° 32 شمالا ، للموسم الخريفي 2023، بهدف دراسة تأثير الاستنزاف الرطوبي ومحسنات التربة ومثبطات النتح على بعض الصفات الفيزيائية للتربة المزروعة بمحصول زهرة الشمس. التجربة وفق تصميم الألواح المنشقة – المنشقة RCBD واستخدم تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Split –split plot Design

حيث تكونت معاملات التجربة من ثلاثة عوامل هي الاستنزاف الرطوبي بمستويين هما استنزاف رطوبي 50% من الماء الجاهز واستنزاف رطوبي 75% من الماء الجاهز، اما العامل الثاني فكان محسنات التربة الذي تضمن نوعين من المحسنات هما الزيولايت والبيرلايت وبدون اضافة محسن (المقارنة) ، أما العامل الثالث فهو مثبط النتح (ورسليك) وبدون اضافة مثبط . زرعت بذور زهرة الشمس (صنف فلامي) بتاريخ 2023/8/1 في تربة الحقل وبطريقة المروز وتم الحصاد بتاريخ 2023/11/25 ، تم ري جميع معاملات التجربة ريتين متساويتين قبل الإنبات اعتمادا على نسبة الاستنزاف الرطوبي 50% من الماء الجاهز وحسب قيم المحتوى الرطوبي الحجمي المستحصل عليها من منحنى الوصف الرطوبي ، حسبت أعماق مياه الري في كل رية باستخدام قياسات المحتوى الرطوبي للتربة والاعتماد على معادلة الموازنة المائية وتم تقدير المحتوى الرطوبي في التربة بعد الري وكذلك قبل الرية اللاحقة وحسب مستوى الاستنزاف الرطوبي المستخدم في التجربة (50% و75% من الماء الجاهز) لغرض جدولة الري حسب مستويات الاستنزاف الرطوبي المستخدمة في التجربة طيلة موسم النمو ، ويمكن ايجاز اهم النتائج التي تم الحصول عيها كما يلي :

1. تفوقت المعاملات المروية عند استنزاف رطوبي 50% من الماء الجاهز معنويا على المعاملات المروية عند استنزاف رطوبي 75% من الماء الجاهز في خفض قيم الكثافة الظاهرية للتربة بعد انتهاء الموسم وبلغت 1.121 ميكاغرام .م$^{-3}$ مقارنة بقيمة 1.176 ميكاغرام .م$^{-3}$ لمعاملة الاستنزاف الرطوبي 75% ، وكذلك تفوقت نفس المعاملة معنويا على المعاملة المروية عند استنزاف رطوبي 75% من الماء الجاهز في زيادة قيمة المسامية الكلية والتي بلغت 55.493 % مقارنة بقيمة 54.089 % على التوالي ، كذلك تفوقت معاملة الاستنزاف الرطوبي 50% على معاملة الاستنزاف الرطوبي 75% في قيمة الايصالية المائية والتي بلغت 1.14و 1.09 سم/ ساعة للمعاملتين على التوالي ، وايضا تفوقت معنويا نفس المعاملة على معاملة الاستنزاف الرطوبي 75% في ثباتية تجمعات التربة حيث بلغت 27.2% و25.9% لمستويي الاستنزاف الرطوبي 50% و75% من الماء جاهز على التوالي.

2. تفوقت المعاملات المضاف لها محسن الزيولايت معنوياً على المعاملات المضاف لها محسن البيرلايت والمقارنة في خفض الكثافة الظاهرية للتربه في نهاية الموسم والتي بلغت 1.093 ميكاغرام .م$^{-3}$ مقارنة بـ 1.111 ، 1.242 ميكاغرام .م$^{-3}$ لمعاملة محسن البيرلايت والمقارنة على التوالي ، في حين تفوقت نفس المعاملة على معاملتي البيرلايت والمقارنة في زيادة قيم كل من المسامية الكلية (%) ، الايصالية المائية، ثباتيه تجمعات التربة والتي بلغت 57.999% ، 1.18 سم / ساعة

، 28.1 % على التوالي مقارنة بمعاملتي البيرلايت والمقارنة والتي بلغت قيم كل منها ولنفس الصفات على التوالي 55.98% و 50.39 % و 1.15 1.01 سم / ساعة ، 26.6 % و24.9% .

المقدمة Introduction

تعد شحة الموارد المائية في المناطق الجافة وشبه الجافة والتي يقع العراق من ضمنها من المشاكل المهمة التي تواجه الإنتاج الزراعي في العراق، لذلك يتحتم على الباحثين التفكير في الاستعمال الامثل لهذه المياه في الوقت المناسب وكذلك البحث عن الوسائل الممكنة في ترشيد وحسن إدارة هذا المورد الطبيعي المهم، وباتت طرق الري التقليدية التي لم يصاحبها إدارة جيدة للمياه المستخدمة في الري أحد الأسباب التي تؤدي الى هدر كميات كبيرة من المياه ، بالإمكان استخدامها في توسعة الرقعة الزراعية وإنتاج محاصيل مهمة تلبي الاحتياجات الغذائية للإنسان والحيوان ، وهذا يتطلب جدولة ري صحيحة للمحاصيل المزروعة اعتمادا على صفات التربة من خلال إجراء عملية الري اعتماداً على الاستنزاف الرطوبي من قبل المحصول وحساب أعماق وكميات مياه الري المضافة في كل ريه بدلا من إجراء عملية الري بشكل غير محسوب ،وهذا يعتمد على نسبة الاستنزاف الرطوبي الملائمة للمحصول المزروع والتي يتم عندها الري ، وتعد جدولة الري احدى استراتيجيات ادارة المياه والتي تهدف الى تقنين كمية مياه الري الواجب اضافتها بدون اي تأثير في الحاصل وبدون احداث اجهاد مائي على النبات ، حيث اوصت منظمة الغذاء والزراعة الدولية FAO بإعطاء الاولوية لإدارة الطلب على المياه ، لأنها وسيلة للتخفيف من حدة مشكلات النقص في المياه في الحاضر والمستقبل (منظمة الاغذية والزراعة للأمم المتحدة ، 2004) . برزت الحاجة الى استخدام تقنيات ادارة التربة والمياه ومنها اضافة محسنات التربة لغرض حفظ الرطوبة والمحافظة على مستوى رطوبي قريب من السعة الحقلية لغرض تزويد النبات باحتياجاته المائية بكميات مسيطر عليها لتحقيق أفضل استفادة وتحسين انتاجية المحصول (Sun وآخرون ، 2000) ،إذ وجد أن محسنات التربة تعمل على تحسين جودة الترب عن طريق تقليل كمية المياه المعطاة، وبالتالي توفير مياه للتربة والمحصول ، كما وجد أن حافظات الرطوبة قد تحتوي على كمية كافية من الماء والعناصر تطلقها حسب الحاجه من قبل النبات (Ekebaf وآخرون، 2011) ، وأصبحت هذه الطرق تستخدم في العديد من البلدان لتقليل هدر المياه والضائعات أثناء الري والتي تؤدي الى عجزا مائيا، ومن هذه المحسنات البرلايت الزراعي حيث يعد من افضل المحسنات الزراعية الذي يتميز بالقدرة العالية على امتصاص الماء ويحسن من تهوية التربة وصرفها ، ويؤدي الى تهوية الجذور والاحتفاظ بالماء والسماد لفترات طويلة ويضمن تباعد في مدد الري ويقلل من الاستهلاك المائي والسماد (Evans ، 2004)، حيث استعملت وسائل عدة في محاولات تطبيقية بهدف الاستغلال الأمثل زراعيا للترب الرملية عديمة البناء في الأراضي الصحراوية للتغلب على محددات الزراعة عن طريق تحسين صفات التربة الفيزيائية والكيميائية والحيوية وزيادة جاهزية المغذيات ورفع الإنتاجية، وبالتالي تهوية جذور النباتات ، كذلك يعمل هذا المحسن على الاحتفاظ بالماء والسماد لمدة طويلة ويقلل من استهلاك المياه والأسمدة من خلال مساهمته في التباعد بين الريات ، فضلاً عن كونه مادة عازلة يحمي جذور النباتات من الانخفاض الشديد بدرجات الحرارة، في الوقت ذاته يعمل على خفض درجات الحرارة العالية الضارة بالنبات (Schmilwski ،2009)، كذلك يتميز معدن الزيولايت بالقدرة العالية على الاحتفاظ بالماء والمغذيات وإمداد النبات بها عند الحاجة وبصورة تدريجية ، كذلك يتميز معدن الزيولايت بالقدرة العالية على تجهيز عنصري الأمونيوم والبوتاسيوم في التربة، كذلك يتميز هذا المعدن بقابليته على تحسين الخصائص الفيزيائية للترب وخصوصاً الترب الخشنة النسجة. برزت في الآونة الأخيرة فكرة استخدام مثبطات النتح Antitranspiration لكونها وسيلة فعالة في تقليل فقد المياه من النبات وزيادة الحاصل وزيادة المساحات المزروعة ، وذلك لكون كمية الماء التي يستهلكها النبات فعليا هي أقل من 10% من ماء الري ويتم خسارة 90% بالنتح ، لذا فإن هنالك حاجة لزيادة المحصول وتحسين نوعيته تحت ظروف عدم كفاية الري وذلك من خلال السيطرة على معدلات النتح واستعمال مضادات النتح لتوفير جزء من مياه الري لزيادة الرقعة الزراعية.

محسنات التربة هي مواد طبيعية وبعضها صناعية تعمل على تحسين الخواص الفيزيائية للتربة وبالتالي تساعد على حركة الماء والهواء ونمو النبات وانتاجيته ، وهذا يحدث نتيجة التغير الحاصل في التوزيع المسامي للتربة (العارضي ، 2021) ، وهذا يؤدي الى تغيير في صفاتها البنائية ، ولاسيما الصفات المتعلقة بحركة الماء وزيادة سعة الاحتفاظ بالماء ، وتقليل من تكوين القشـــرة الســـطحية للتربة ، مما يجعل التربة أقل مقاومة عند القيام بالعمليات الزراعية ، وتؤدي إلى زيادة ثباتيه تجمعات التربة والماء المخزون فيها (شهاب ، 1997، الذبحاوي ، 2000).

يستخدم معدن الزيولايت الطبيعي مع التربة في الترب الرملية لتحسين صفاتها الفيزيائية مما يؤدي الى زيادة جاهزية الماء ومنع فقد المغذيات (Abdi وآخرون ، 2006)، ويستخدم معدن الزيولايت كمحسن للتربة و اطلاق الأيونات بصورة بطيئة ، مما يؤدي الى زيادة السعة التبادلية للأيونات الموجبة ويحسن من كفاءة استعمال المياه للترب المتدهورة والتي تتطلب امكانيات عالية لاستصلاحها (Bansiwal وآخرون ،2006) ،كما يساهم بالحد من الإجهاد المائي، حيث أن المعدن غني بالمسامات ذات الاشكال والاحجام المختلفة والقنوات الصغيرة جدا التي تقوم بربط التجاويف الكبيرة داخل بلورات المعادن، ومعدن الزيولايت له وحدات بناء ثانوية ذات أشكال مختلفة المسام وأنظمة قنوات مميزة، وبما أن الزيولايت مسامي يحتوي على فراغات بأحجام مختلفة وتجاويف بشكل طبقات مجاورة لجدران البلورة ، وبالتالي فان المعدن عالي الامتزاز للمواد الغذائية والماء (Hernandez، 2000) و لمساميته العالية فإن معدن الزيولايت له تركيب ثلاثي الأبعاد السلسلة من القنوات المترابطة والتي تعطى الزيولايت وظيفة النخل الجزيئي ، وبالتالي يحسن الصفات الفيزيائية للتربة الطينية وزيادة الايصالية المائية للترب (2009، Georgie) .

أن معدن الزيولايت يساهم في تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة ويرفع مساميتها والصفة التبادلية مع الأيونات الموجبة (2001 ، Bish و Ming)، ويعتبر الزيولايت ذو تركيب بنائي هش وبالتالي يساعد في تحسين من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء والمغذيات عن طريق التبادل الأيوني والامتصاص ، و خزن الماء لفترة طويلة ، والذي يصل الى 60% من وزن المعدن خلال فترة الجفاف ويحسن من الانتشار الأفقي للمياه للمنطقة الجذرية عند الري، وعند فقد الماء من(Zhanbin2001، Xiubin(و المعدن لا يؤثر في تركيبة البلوري

يعد البيرلايت أحد أفضل الأوساط الزراعية للنباتات ، وان معظم النباتات تنمو في البيرلايت لوحده وهي ناجحة ولكن لا توجد مغذيات فيه ، ومن ناحية أخرى يتم استخدامه في الزراعة بدون تربة ، حيث يوفر تهوية الجذور ونفاذية ممتازة ، وبالتالي يتطلب تكرار الري لمنع حدوث إجهاد مائي سريع (Maloupa وآخرون ، 1992)، للبيرلايت العديد من الخصائص الفيزيائية المشجعة لاستعماله في انخفاض التوصيل الحراري والكثافة الظاهرية،، وأوضح (2009 Schmilwski) انه عند خلط البيرلايت الزراعي مع التربة يحسن من خواص التربة الفيزيائية ، حيث يعمل على تحسين بزل التربة وتهويتها وبنائها و يزيد من مساميتها .

تستعمل مثبطات النتح للتقليل من الاستهلاك المائي للنبات دون أن يكون مؤثرا في عملية البناء الضوئى(ابو ضاحي واليونس، 1988)، ومثبطات النتح هي مواد كيمياوية تضاف رشا على الأوراق للتقليل من معدل النتح وزيادة كفاءة استعمال المياه داخل النبات، حيث تعمل كموانع أو حواجز لفقد الماء باليات فسلجية أو ميكانيكية لا تحدث أضرارا بعد جفافها على الورقة (Delamor واخرون ،2010) . اشار المعيني والعبيدي (2018) بأن مثبطات النتح هي أي مادة تضاف على سطح النبات للتقليل من فقد الماء ، وتنتشر في الآونة الأخيرة استعمال مواد مثبطة للنتح وذلك برشها على سطح النباتات لتساعد على زيادة كفاءة الماء داخل النبات وذلك بتقليل معدل النتح والذي يعتبر المصدر الرئيسي لفقد الماء في المراحل الأخيرة من نمو النبات (الحلفي والبياتي ، 2014). تستخدم مثبطات النتح لتحسين الحالة المائية للنبات ولتخفيف الآثار الضارة الناتجة من العجز المائي ويعد تطبيقاً حقليا مهما لتحسين انتاجية المحاصيل (Ouerghi واخرون ، 2014) ، فعند رشها على النباتات تكون بشكل أغشية رقيقة على سطح الورقة حيث تعمل على تقليل عملية النتح وعليه يزيد من كفاءة الماء بداخل النبات ومن ثم يقلل من خطر الجفاف)Abdullah وآخرون ،2015) .

وتهدف هذه الدراسة لما يلي:

دراسة تأثير محسنات التربة على الصفات الفيزيائية للتربة.

المواد وطرق العمل Materials and Methods

موقع إجراء التجربة

تم تنفيذ التجربة في حقل كلية الزراعة / جامعة واسط الواقع على خط طول "33.5 '50 °45 شرقا وخط عرض "49.8 '29 °32 شمالا ويرتفع عن مستوى سطح البحر 35م وفي تربة ذات نسجة مزيجة رملية sandy loam.

تهيئة تربة الحقل

حرثت التربة بالمحراث المطرحي القلاب وأجريت عملية تسوية وتعديل سطح تربة الحقل بعد الحراثة، قسم الحقل البالغ مساحته 650 م² إلى الوحدات التجريبية وبثلاث قطاعات وحسب معاملات التجربة وتصميم التجربة.

عوامل التجربة: تتضمن التجربة ثلاثة عوامل وكما يلي:

أ. العامل الأول: الاستنزاف الرطوبي ويكون بمستويين:

D1 استنزاف رطوبي 50% من الماء الجاهز

D2 استنزاف رطوبي 75% من الماء الجاهز

ب العامل الثاني: محسنات التربة وهو يتضمن المستويات الأتية:

A0 بدون إضافة محسن

A1 إضافة محسن البيرلايت بنسبة 0.2% من وزن المرز

A2 إضافة محسن الزيولايت بنسبة 0.2% من وزن المرز

العامل الثالث: مثبطات النتح وهو يتضمن مستويين:

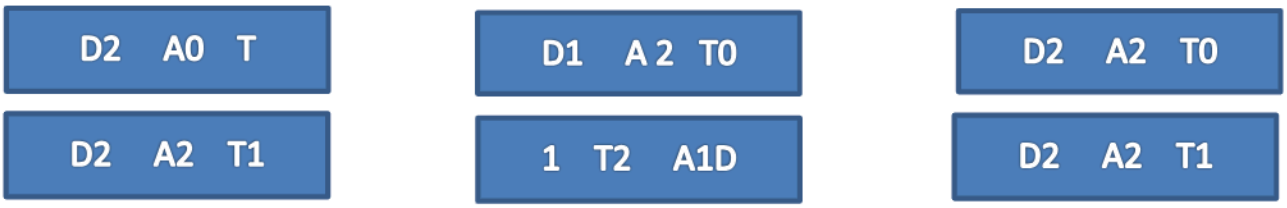
T0 بدون إضافة مثبط نتح

T1 إضافة مثبط نتح (اورسليك) بتركيز 1 مول / لتر

تصميم التجربة: استخدم تصميم الألواح المنشقة - المنشقة split- split plot Design باستخدام تصميم القطاعات العشـــوائية الكاملةRCBD ، عدد الوحدات التجريبية 2 * 3 * 2 * 3 = 36 وحدة تجريبية، أبعاد الوحدة التجريبية 3m*3m، فتحت المروز بواقع أربعة مروز داخل كل وحدة تجريبية المسافة بين مرز وآخر 75 سم والمسافة بين نبات وآخر 25 سم ويكون عدد النباتات 12 نبات لكل مرز، ومخطط (1) يوضح معاملات التجربة.

مخطط (1) يوضح معاملات التجربة

R1	R2	R3
D 1 A0 T1	D2 A0 T1	D1 A0 T0
D1 A0 T0	D2 A0 T1	D1 A0 T1
D1 A1 T1	D2 A1 T0	D1 A 1 T0
D1 A1 T0	D2 A1 T1	D1 A1 T1
D1 A2 T1	D2 A2 T0	D1 A2 T0
D1 A2 T0	D2 A2 T1	D1 A 2 T1
D2 A2 T1	D1 A0 T0	D2 A0 T0
D2 A2 T0	D1 A0 T1	D2 A0 T1
D 2 A1 T	D1 A1 T0	D2 A1 T0
D2 A1 T	D1 A1 T1	D2 A 1 T1



الزراعة

زرعت بذور زهرة الشمس صنف فلامي من مختبر كلية علوم الهندسة الزراعية / جامعة بغداد على أحد أوجه المرز وأسفل خط الملح (خط التعيير) بتاريخ 1 / 8/ 2023 ، تم الحصاد بتاريخ 25/ 11/ 2023.

التسميد واضافة المحسنات

أضيفت الأسمدة النيتروجينية والفوسفاتية حسب التوصية السمادية لمحصول زهرة الشمس بكمية 50 كغم / دونم يوريا يضاف على دفعتين، الدفعة الأولى عند الزراعة والدفعة الثانية بعد شهر من الدفعة الأولى ويضاف سماد الداب بمعدل 50 كغم / دونم عند الزراعة وتمت اضافة المحسنات كل من الزيولايت والبرلايت 100 غم / نبات مع اضافة السماد عند الزراعة أما مثبط النتح (اورسليك) فقد تمت اضافته على دفعتين الاولى بتاريخ 2023/8/17 والثانية بعد شهر من الاضافة الاولى ، وان تركيبه الكيميائي

اكسيد السليكون (Sio2)
اوكسيد البوتاسيوم (k_2O)
الكثافة 1.45 غم/ سم^3

PH (10.5)

الري

تم ري التجربة بعد انتهاء عملية الزراعة بريات متساوية (ريتين) لجميع معاملات التجربة وحسب نسبة الاستنزاف الرطوبي (الري عند استنزاف 50% من الماء الجاهز) لحين الإنبات وبعدها تم الري حسب مستوى الاستنزاف الرطوبي للمعاملات الخاصة بكل مستوى استنزاف 50% و75% من الماء الجاهز ويحسب عمق ماء الري وكمية ماء الري اعتماداً على الماء الجاهز المحسوب من الفرق بين المحتوى الرطوبي الحجمي θ عند السعة الحقلية والمحتوى الرطوبي الحجمي θ عند استنزاف 50% من الماء الجاهز وضرب الفرق بينها في عمق التربة
(عمق حيز انتشار المجموع الجذري الفعال) وحسب المعادلة الآتية الواردة في حاجم وياسين (1990):

$$d= (\theta F.c- \theta d_{\%50}) * D \ldots\ldots\ldots (1)$$

d: عمق ماء الري المضاف Cm
θF.c: المحتوى الرطوبي الحجمي للتربة عند السعة الحقلية cm^3/ cm^3
$\theta d_{\%50}$: المحتوى الرطوبي الحجمي للتربة عند استنزاف 50% من الماء الجاهز Cm^3/Cm^3
D: عمق التربة (عمق حيز انتشار المجموع الجذري الفعال) Cm
وتم تغيير عمق المنطقة الجذرية D حسب تعمق المجموع الجذري للمحصول خلال مراحل نمو المحصول ومن خلال المشاهدات الحقلية .

تم نصب منظومة الري السيحي في الحقل المتكونة من حوض مياه أبعاده 3م*4م*2 م ومضخة المياه تعمل بالبنزين متصل بها الأنبوب الرئيسي 2.5 انج * 2.5 انج مقسم الى فرعين، الأنبوب الفرعي الأول بين المكرر الاول والثاني ووالانبوب الفرعي الثاني بين المكرر الثاني والثالث متصل بكل أنبوب فرعي اثنا عشر انبوبا فرعيا وتم حساب التصريف لكل أنبوب وكان معدل التصريف العام هو 9 لتر / دقيقة.

تحليلات التربة قبل إجراء التجربة:

أخذت نماذج تربة من تربة الحقل ومن اماكن مختلفة ممثلة للحقل وللأعماق 0-15 سم ومن 15-30 سم ومن 30 - 45 سم وجففت هوائياً ثم طحنت ونخلت من منخل 2 mm قبل الزراعة لقياس الكثافة الحقيقية والكثافة الظاهرية والمسامية

الكلية وثباتيه تجمعات التربة والايصالية المائية المشبعة (جدول 1)، وأخذت عينات التربة لنفس الاعماق في نهاية الموسم الزراعي لقياس الكثافة الظاهرية والحقيقية والمسامية الكلية وثباتيه تجمعات التربة والايصالية المائية المشبعة.

1- تحليل حجوم الدقائق (غم. كغم$^{-1}$ تربة): قدرت بطريقة المكثاف (Hydrometer) وفق الطريقة الموضحة في (Black وآخرون , 1965).

2- الكثافة الظاهرية Mg.m^{-3} (ρb): تم تقديرها بطريقة الأسطوانية المعدنية Core Sampler وفق الطريقة الموضحة في (Black وآخرون، 1965).

3 - الكثافة الحقيقية $^{-3}$ Mg.m (ρs): قدرت الكثافة الحقيقة باستخدام طريقة (Pycnometer Method) قنينة الكثافة وفق الطريقة الموضحة في (Black وآخرون، 1965).

4 - المسامية الكلية للتربة % (f): حسبت المسامية الكلية من قيم الكثافة الظاهرية والكثافة الحقيقية وفقا لطريقة Vomocil الواردة في Black وآخرون (1965) ومن العلاقة الاتية:

المسامية الكلية % = (1- الكثافة الظاهرية / الكثافة الحقيقة) * 100 ..... (6)

5 - الايصالية المائية المشبعة $^{-1}$ cm.h (Ks): قدرت الايصالية المائية المشبعة بطريقة عمود الماء الثابت وفقا لقانون دارسي وحسب المعادلة الاتية (Klute، 1986)

$K = V L / At \Delta H$ ..... (7)

إذ إن :

K: الإيصالية المائية المشبعة (سم. ساعة $^{-1}$).

V: حجم الماء المتجمع أسفل عمود التربة (سم ^{3}).

A: مساحة مقطع الجريان (سم^{2}).

t: زمن جمع الماء (ساعة).

L: طول عمود التربة (سم).

ΔH: التغير في عمود الماء بين نقطة دخول الماء وخروجه من عمود التربة (سم).

6 - ثباتيه تجمعات التربة %: قدرت باستخدام طريقة النخل الرطب المذكورة في Black وآخرون (1965) .

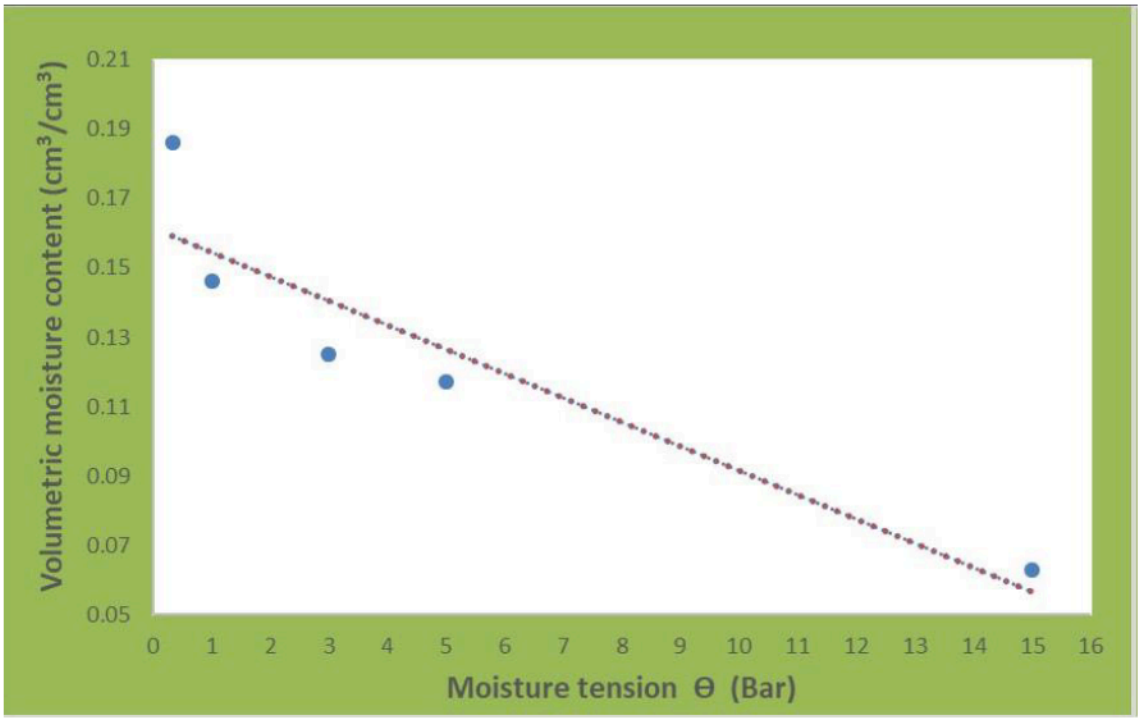
جدول (1) صفات التربة الفيزيائية قبل الزراعة

الصفة	وحدة القياس	عمق التربة (0-15) سم	عمق التربة (15-30) سم	عمق التربة (30-45)سم
الكثافة الظاهرية	Mg.m^{-3}	1.19	1.27	1.32
الكثافة الحقيقية	Mg.m^{-3}	2.55	2.58	2.6
المسامية الكلية	%	53.3	51	49.2
ثباتية تجمعات التربة	%	26	23	21
الايصالية المائية المشبعة	cm.h^{-1}	1.03	1.00	0.94
الغرين	غم . كغم$^{-1}$ تربة	300	370	474
الطين	غم . كغم$^{-1}$ تربة	140	130	100
الرمل	غم . كغم$^{-1}$ تربة	560	500	426
النسجة		Sandy loam	Sandy loam	loam

7 - منحنى الوصف الرطوبي :

أخذ نموذج تربة للعمق 0-30 سم من تربة الحقل قبل الزراعة وجفف هوائيا وطحن ومرر من منخل قطر فتحاته 2 ملم ، كما استعملت حلقات خاصة للنماذج ارتفاعها 1 سم و قطرها 5 سم، تم تشبيعها بالماء بالخاصية الشعرية لمدة 24 ساعة ،

استعملت صحون الضغط و اغشية الضغط وذلك حسب طريقة Pressure plate apparatus membrane المذكورة في (Black واخرون ،1965)لتقدير المحتوى الرطوبي الوزني لهذه الترب باستعمال الشدود (0 و 0.3 و 1 و 3 و 5 و 15) بار ومن ثم تم رسم العلاقة بين المحتوى الرطوبي الحجمي و الشد الرطوبي كما موضح في الشكل (1) .



شكل (1) منحنى الوصفي الرطوبي لتربة حقل التجربة

نتائج والمناقشة

الكثافة الظاهرية ميكاغرام .م$^{-3}$

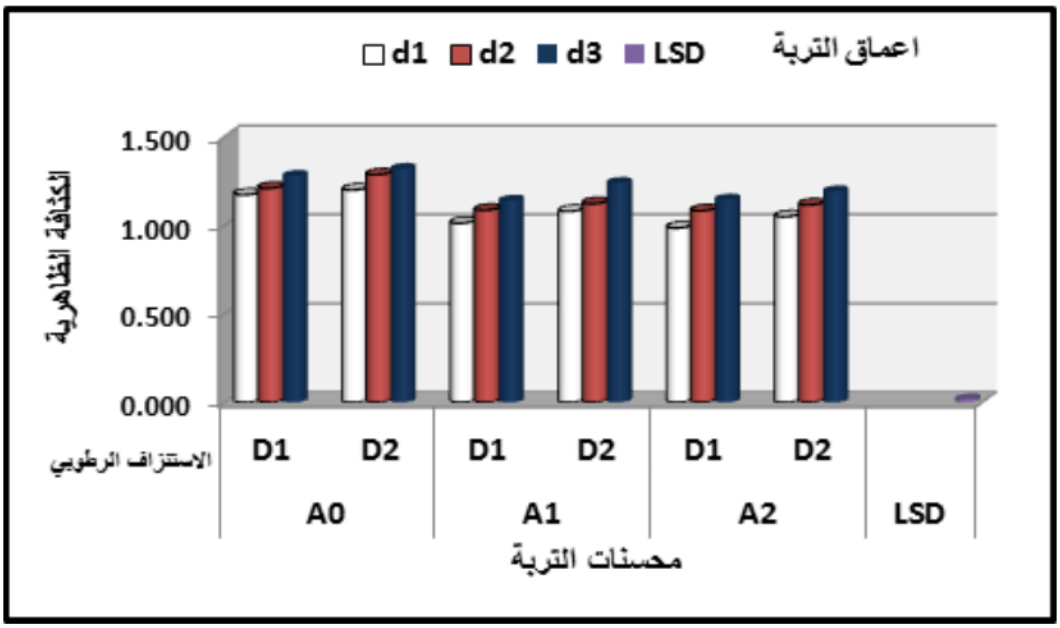
يوضح وجدول (2) شكل (2) وجود فروق معنوية بين متوسط الكثافة الظاهرية لمحسنات التربة حيث سجلت أدنى قيمة متوسط للكثافة الظاهرية لمحسن الزيولايت بلغت 1.093 ميكاغرام م$^{-3}$ بالمقارنة مع أعلى قيمة كانت 1.242 ميكاغرام م$^{-3}$ لمعاملة المقارنة ، كما توجد فروق معنوية لمتوسط الكثافة الظاهرية عند الاستنزاف الرطوبي ، حيث سجلت أدنى قيمة عند استنزاف 50% من الماء الجاهز بلغت 1.121 ميكاغرام .م$^{-3}$ وأعلى قيمة بلغت 1.176 ميكاغرام .م$^{-3}$ لمعاملة استنزاف رطوبي 75% من الماء الجاهز ، اظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين الاعماق فكانت أدنى قيمة 1.081 ميكاغرام .م$^{-3}$ للعمق الاول واعلى قيمة بلغت 1.217 ميكاغرام. م$^{-3}$ للعمق الثالث.

أظهرت النتائج عدم وجود فروق معنوية لمتوسط الكثافة الظاهرية للتداخل الثنائي لمحسنات التربة مع الاستنزاف الرطوبي وبين الاستنزاف الرطوبي والاعماق ، في حين سجلت هناك فروق معنوية للتداخل الثنائي بين محسنات التربة مع الأعماق حيث سجلت أدنى قيمة للكثافة الظاهرية بلغت (1.015 و 1.097 و 1.167) ميكاغرام .م$^{-3}$ للعمق الاول والثاني والثالث على التوالي لمعاملة الزيولايت بالمقارنة مع اعلى قيمة سجلت عند معاملة المقارنة(بدون اضافة محسن) والتي بلغت (1.183 و 1.245 و 1.297) ميكاغرام .م$^{-3}$ للعمق الاول والثاني والثالث على التوالي .
ويوضح شكل (2) وجدول (2) وجود فروق معنوية بين التداخلات الثلاثية لمحسنات التربة والاستنزاف الرطوبي و أعماق التربة، حيث سجلت معاملة الزيولايت مع استنزاف رطوبي 50% من الماء الجاهز أدنى قراءة لمتوسط الكثافة الظاهرية بلغت (0.983 و1.080 و1.143) ميكاغرام. م$^{-3}$ للعمق الاول والثاني والثالث على التوالي وأعلى قراءة للكثافة الظاهرية كانت (1.197 و1.283 و1.317) ميكاغرام. م$^{-3}$ لمعاملة عدم اضافة محسن عند استنزاف رطوبي 75% من الماء الجاهز.

جدول رقم (2) تأثير عوامل الدراسة على الكثافة الظاهرية ميكاغرام .م$^{-3}$

الكثافة الظاهرية ـنهاية الموسم			
محسنات	الاستنزاف الرطوبي	اعماق التربة (d)	A * D

		d3	d2	d1	(D)	(A)
1.218		1.277	1.207	1.170	D1	A0
1.266		1.317	1.283	1.197	D2	
1.077		1.137	1.083	1.010	D1	A1
1.144		1.237	1.120	1.077	D2	
1.069		1.143	1.080	0.983	D1	A2
1.117		1.190	1.113	1.047	D2	
N.S	LSD A*D		0.018		LSD A*D*d	
		1.217	1.148	1.081	متوسط اعماق التربة	
			0.007		LSD d	
A * d						
متوسط محسنات التربة		d3	d2	d1	محسنات التربة	
1.242		1.297	1.245	1.183	A0	
1.111		1.187	1.102	1.043	A1	
1.093		1.167	1.097	1.015	A2	
0.008	LSD A		0.012		LSD A*d	
D * d						
متوسط الاستنزاف الرطوبي		d3	d2	d1	الاستنزاف الرطوبي	
1.121		1.186	1.123	1.054	D1	
1.176		1.248	1.172	1.107	D2	
0.009	LSD D		N.S		LSD D*d	



شكل (2) تأثير معاملات الدراسة على الكثافة الظاهرية للتربة $Mg.m^{-3}$

ويعزى ذلك إلى أن محسن الزيولايت يلعب دور في تحسين بناء التربة وزيادة تهويتها وخفض كثافتها الظاهرية وزيادة مساميتها من خلال احتفاظه برطوبة التربة وبالتالي يؤدي الى انتشار المجموع الجذري للمحصول ، مما يؤدي إلى خفض الكثافة الظاهرية للتربة (دوغرمه جي و احمد ، 1988) و Ming (2001) و Bish وعند مقارنة قيم الكثافة الظاهرية لأعماق التربة الثلاث مع قيمها قبل الزراعة وقبل اضافة معاملات الدراسة (جدول 1) نلاحظ أن نسب الانخفاض في قيم الكثافة الظاهرية للأعماق الثلاثة كانت 9.16% ، 9.61% ، 7.8% على التوالي ، أما التفوق المعنوي للمعاملات المروية عند استنزاف رطوبي 75% من الماء الجاهز على المعاملات المروية عند استنزاف 50% من الماء الجاهز فيعزى إلى كون المعاملات التي تروى عند استنزاف 50% من الماء الجاهز تكون ذات محتوى رطوبي أعلى من المحتوى الرطوبي للتربة للمعاملات التي تروى عند استنزاف 75% من الماء الجاهز نتيجة زيادة عدد الريات للمعاملات المروية عند استنزاف 50% من الماء الجاهز مقارنة بعدد الريات للمعاملات المروية عند استنزاف 75% من الماء الجاهز، وهذا يؤدي الى زيادة انتشار المجموع الجذري وما يصاحبه من زيادة نشاط الأحياء المجهرية وهذا يؤدي الى تحسين بناء التربة وتهويتها وزيادة مساميتها ، مما يؤدي الى خفض كثافتها الظاهرية (عبد الحسن ، 2018) .

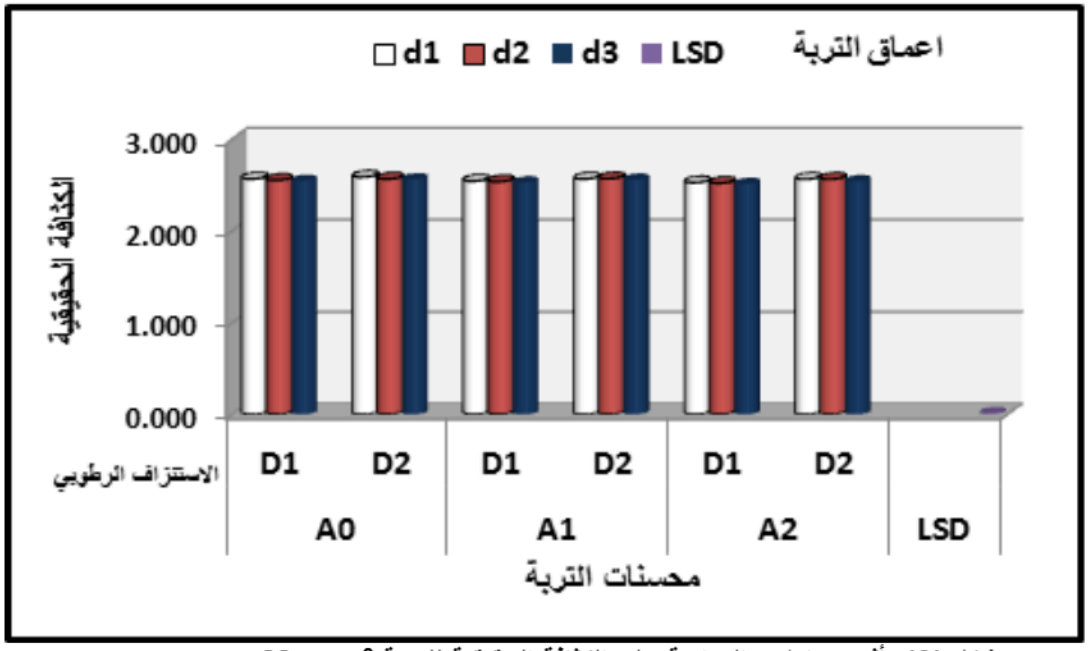
كذلك يلاحظ أن نسب انخفاض الكثافة الظاهرية للأعماق الثلاثة وللمعاملات المضاف لها زيولايت كانت 14.71%، 13.62%، 11.59% على التوالي.
أما المعاملات التي اضيف لها محسن البيرلايت فكانت نسب انخفاض الكثافة الظاهرية للأعماق الثلاثة مقارنة بقيمها قبل الزراعة هي 12.35% ، 13.23% ، 10.1% على التوالي ، أما نسب انخفاض الكثافة الظاهرية للأعماق الثلاثة للتربة مقارنة بقيمها قبل الزراعة للمعاملات التي لم يضاف لها محسن تربة (المقارنة) فكانت 0.6% ، 1.97 % ، 1.74 % على التوالي ، ولذلك يظهر تأثير اضافة محسنات التربة على خفض قيم الكثافة الظاهرية للتربة مقارنة بالمعاملات التي لم يضاف لها محسن تربة نتيجة تأثير محسنات التربة في تحسين الصفات الفيزيائية للتربة من خلال تحسين بناءها بخفض كثافتها الظاهرية وزيادة مساميتها وتشجيع انتشار المجموع الجذري للنباتات المضاف لها محسن تربة مقارنة بالنباتات التي لم يضاف لها محسن تربة و وهذا ما اشار اليه كل من (Schmilwski (2009 و Ennis (2011) .

الكثافة الحقيقية ميكاغرام .م$^{-3}$

يوضح جدول (3) والشكل (3) أنه توجد فروق معنوية لمتوسط الكثافة الحقيقية بين محسنات التربة حيث سجلت أدنى قيمة متوسط للكثافة الحقيقية لمحسن الزيولايت بلغت 2.535 ميكاغرام. م$^{-3}$ بالمقارنة مع أعلى قيمة بلغت 2.561 ميكاغرام م$^{-3}$ لمعاملة المقارنة.
كما سجلت فروق معنوية لمتوسط الكثافة الحقيقية للاستنزاف الرطوبي حيث كانت أدنى قيمة بلغت 2.534 ميكاغرام. م$^{-3}$ عند معاملة الاستنزاف الرطوبي 50% من الماء الجاهز وأعلى قيمة بلغت 2.562 ميكاغرام. م$^{-3}$عند استنزاف رطوبي 75 % من الماء الجاهز، وظهرت فروق معنوية أيضا عند الاعماق فكانت أدنى قيمة 2.539 ميكاغرام. م$^{-3}$ للعمق الثالث واعلى قيمة بلغت 2.556 ميكاغرام. م$^{-3}$ للعمق الاول.

جدول (3) تأثير عوامل الدراسة على الكثافة الحقيقية ميكاغرام .م$^{-3}$

الكثافة الحقيقية ميكاغرام .م$^{-3}$					
محسنات التربة	الاستنزاف الرطوبي	اعماق التربة (d)			A * D
(A)	(D)	d1	d2	d3	
A0	D1	2.563	2.550	2.543	2.552
	D2	2.583	2.563	2.560	2.569
A1	D1	2.540	2.533	2.527	2.533
	D2	2.563	2.567	2.557	2.562
A2	D1	2.523	2.517	2.510	2.517
	D2	2.560	2.560	2.540	2.553
LSD A*D*d		N.S			LSD A*D N.S
متوسط اعماق التربة		2.556	2.548	2.539	
LSD d		0.006			
A * d					
محسنات التربة		d1	d2	d3	متوسط محسنات التربة
A0		2.573	2.557	2.552	2.561
A1		2.552	2.550	2.542	2.548
A2		2.542	2.538	2.525	2.535
LSD A*d		N.S			LSD A 0.010
D * d					
الاستنزاف الرطوبي		d1	d2	d3	متوسط الاستنزاف الرطوبي
D1		2.542	2.533	2.527	2.534
D2		2.569	2.563	2.552	2.562
LSD D*d		N.S			LSD D 0.007



شكل (3) تأثير معاملات الدراسة على الكثافة الحقيقية للتربة $Mg.m^{-3}$

أوضحت النتائج أنه لا توجد فروق معنوية بين التداخلات الثلاثية لعوامل التجربة في قيم الكثافة الحقيقية لتداخل محسنات التربة والاستنزاف الرطوبي وأعماق التربة، ولم تكن هناك فروق معنوية بين التداخلات الثنائية لكل من محسنات التربة مع الاعماق والاعماق مع الاستنزاف الرطوبي ومحسنات التربة مع الاستنزاف الرطوبي.

يلاحظ من النتائج انخفاض قيم الكثافة الحقيقية في نهاية الموسم مقارنة بقيمها قبل الزراعة فعلى سبيل المثال انخفضت قيمة الكثافة الحقيقية للتربة وللأعماق الثلاثة عند اضافة محسن الزيولايت وكانت نسب الانخفاض للأعماق الثلاثة هي 0.31%، 1.63%، 2.88% على التوالي، وكانت نسب الانخفاض للأعماق الثلاثة للمعاملات المضاف لها البيرلايت هي صفر %، 1.16%، 2،23% على التوالي.

يلاحظ زيادة قيم الكثافة الحقيقية للعمق الاول للمعاملات التي لم يضاف لها محسن التربة مقارنة بقيمتها قبل زراعة المحصول، وقد يعزى ذلك الى عدم وجود محسن وانخفاض نسبة المادة العضوية في العمق السطحي، مما يزيد من قيمة الكثافة الحقيقية أما العمقين الثاني والثالث فيلاحظ انخفاض قيمهما مقارنة بقيم الكثافة الحقيقية لتربة الحقل قبل الزراعة وقد يعزى ذلك الى زيادة المادة العضوية في هذين العمقين مما يؤدي الى انخفاض قيمة الكثافة الحقيقية (عبد الحسن ،2018).

يلاحظ أن قيمة الكثافة الحقيقية للعمق الأول بعد انتهاء الموسم أعلى قليلا من قيمة الكثافة الحقيقية للعمق نفسه قبل الزراعة وقد يعزى ذلك الى تأثير عوامل التجربة، أما العمقين الثاني والثالث فيلاحظ انخفاضهما مقارنة بقيمهما قبل الزراعة حيث كانت نسبة الانخفاض في قيم الكثافة الحقيقية للعمقين المذكورين هي 1.24% و2.35% على التوالي وقد يعزى ذلك الى تأثير انتشار المجموع الجذري في العمقين المذكورين مما يؤدي خفض قيم الكثافة الحقيقية (Wei وآخرون، 2015).

المسامية الكلية %

يوضح جدول (4) وشكل (4) أنه توجد فروق معنوي بين محسنات التربة حيث سجلت أعلى قيمة للمسامية الكلية لمحسن الزيولايت بلغت 57.999 % بالمقارنة مع أدنى قيمة بلغت 50.394 %لمعاملة المقارنة، كما سجلت فروق معنوية لمتوسط الاستنزاف الرطوبي حيث كانت اعلى قيمة بلغت 55.493 % عند معاملة الاستنزاف الرطوبي 50% من الماء الجاهز واقل قيمة بلغت 54.089 %عند استنزاف رطوبي 75 % من الماء الجاهز، وحققت المعاملات فروق معنوية بين الاعماق فكانت اعلى قيمة 57.876%للعمق الاول وأدنى قيمة بلغت 51.783 % للعمق الثالث.

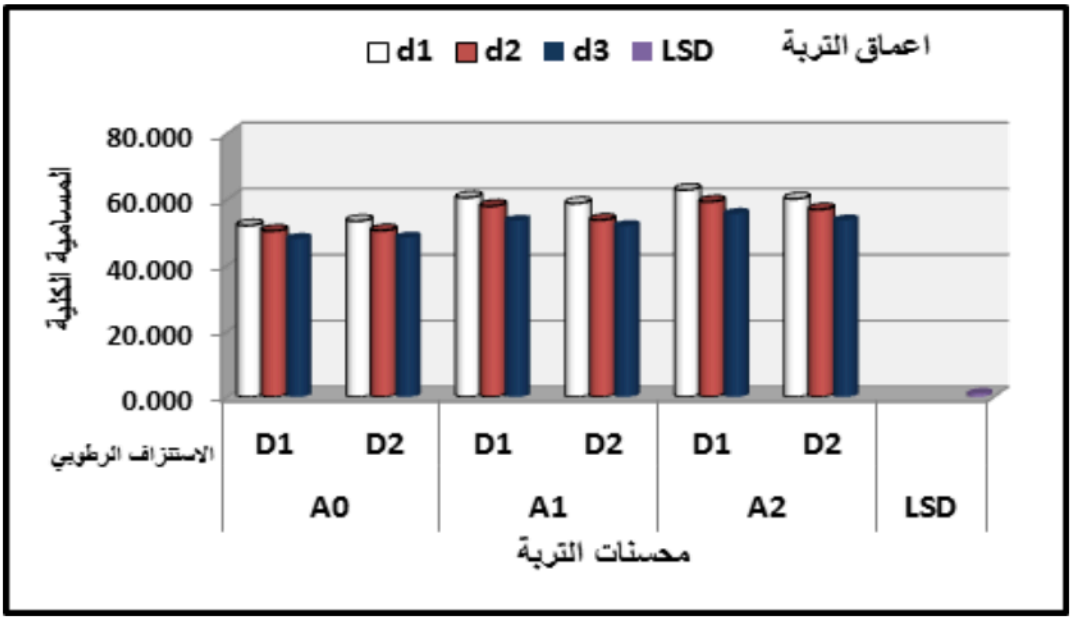
كذلك أظهرت النتائج ان هناك فروق معنوية بين التداخلات الثنائية لكل من محسنات التربة مع الاستنزاف الرطوبي ومحسنات التربة مع الاعماق والاعماق مع الاستنزاف الرطوبي ، حيث سجلت أعلى قيمة للمسامية الكلية بلغت 59.173 % لمعاملة الزيولايت مع استنزاف رطوبي 50% من الماء الجاهز بالمقارنة مع أدني قيمة سجلت عند معاملة A0D1 والتي بلغت 50.076 %.

كما سجلت أدني قيمة للتداخل الحاصل بين عمق التربة والمحسنات وقد بلغت أعلى قيمة للمسامية الكلية وكانت (61.417 و58.013 و54.567) % للعمق الاول والثاني والثالث على التوالي لمعاملة محسن الزيولايت وأدنى قيمة كانت (52.653 و50.377 و48.153) % للعمق الاول والثاني والثالث على التوالي.

وأظهرت النتائج هناك فروق معنوية للتداخل بين الاستنزاف الرطوبي والاعماق حيث سجلت أعلى قيمة للمسامية الكلية بلغت (58.388 و55.789 و52.303) % للعمق الأول الثاني والثالث على التوالي عند استنزاف رطوبي 50% من الماء الجاهز واقل قيمة بلغت (57.363 و53.640 و 51.263)% للعمق الاول والثاني والثالث على التوالي عند استنزاف رطوبي 75 % من الماء الجاهز، وكذلك يوضح شكل (4) و جدول (4) وجود فروق معنوية بين التداخلات الثلاثية لعوامل الدراسة محسنات التربة والاستنزاف الرطوبي و أعماق التربة ، حيث سجلت معاملة الزيولايت مع استنزاف رطوبي 50% من الماء الجاهز أعلى القيم لمسامية التربة للأعماق الثلاثة وكانت (62.763 و59.190 و 55.567) % للعمق الأول الثاني والثالث على التوالي ، وأدنى قراءة للمسامية الكلية سجلت (51.980 و50.310 و47.937) % للعمق الاول والثاني والثالث على التوالي لمعاملة A0D1.أظهرت النتائج ارتفاع قيم المسامية للمعاملات المضاف لها محسنات الزيولايت والبرلايت ويعزى السبب لقدرة الزيولايت في تحسين بناء التربة وزيادة المحتوى الرطوبي حيث انخفضت الكثافة الظاهرية وازدادت المسامية لهذه المعاملات بسبب التغييرات في التوزيع الحجمي للمسامات وتحسين الخصائص الفيزيائية للتربة وعندما تكون نسبة المسامية الكلية عالية تكون التربة قادرة على مسك الماء والمغذيات و هذا يتفق مع ما وجده (Behzadfar وآخرون ، 2017) و(Schmilwski (2009 و عبد الحسن (2018) . يلاحظ من النتائج أن نسبة المسامية الكلية للأعماق الثلاثة ارتفعت مقارنة مع قيمتها قبل الزراعة حيث كانت نسب الزيادة للأعماق الثلاثة هي 8.59%، 7.28%، 5.25% على التوالي، ويعزى ذلك الى دور عوامل الدراسة في خفض الكثافة الظاهرية لهذه الأعماق جدول (2) وشكل (2) مما يؤدي إلى زيادة مساميتها وارتفاع ثباتيه تجمعاتها (شكل 4 وجدول 4) وكما هو معروف فالعلاقة سلبية بين الكثافة الظاهرية والمسامية.

جدول (4) تأثير معاملات الدراسة على المسامية الكلية للتربة %

المسامية الكلية					
محسنات	الاستنزاف الرطوبي	اعماق التربة (d)			A * D
(A)	(D)	d1	d2	d3	
A0	D1	51.980	50.310	47.937	50.076
	D2	53.327	50.443	48.370	50.713
A1	D1	60.420	57.867	53.407	57.231
	D2	58.693	53.640	51.853	54.729
A2	D1	62.763	59.190	55.567	59.173
	D2	60.070	56.837	53.567	56.824
LSD A*D*d		0.956			LSD A*D 0.789
متوسط اعماق التربة		57.876	54.714	51.783	
LSD d		0.323			
A * d					
محسنات التربة		d1	d2	d3	متوسط محسنات التربة
A0		52.653	50.377	48.153	50.394
A1		59.557	55.753	52.630	55.980
A2		61.417	58.013	54.567	57.999
LSD A*d		0.801			LSD A 0.782
D * d					
الاستنزاف الرطوبي		d1	d2	d3	متوسط الاستنزاف الرطوبي
D1		58.388	55.789	52.303	55.493
D2		57.363	53.640	51.263	54.089
LSD D*d		0.483			LSD D 0.363



شكل (4) تأثير معاملات الدراسة على المسامية الكلية (%) بعد انتهاء الموسم

الايصالية المائية (سم. ساعة $^{-1}$)

أوضحت نتائج جدول (5) وشكل (5) أنه توجد فروق معنوية بين متوسطات محسنات التربة حيث سجلت أعلى قيمة متوسط للإيصالية المائية لمحسن الزيولايت بلغت 1.18 سم. ساعة$^{-1}$ بالمقارنة مع أدني قيمة كانت 1.01 سم. ساعة$^{-1}$ لمعاملة المقارنة (بدون اضافة محسن)، كما سجلت فروق معنوية لمتوسط الاستنزاف الرطوبي حيث كانت اعلى قيمة بلغت 1.14 سم. ساعة$^{-1}$عند معاملة الاستنزاف الرطوبي 50% من الماء الجاهز وأدنى قيمة بلغت 1.09سم. ساعة$^{-1}$ عند استنزاف رطوبي 75 % من الماء الجاهز، وكانت هناك فروق معنوية بين الاعماق فكانت اعلى قيمة 1.15 سم. ساعة$^{-1}$ للعمق الاول وأدنى قيمة بلغت 1.05 سم. ساعة$^{-1}$ للعمق الثالث.

كما كانت هناك فروق معنوية بين التداخل الثنائي لمحسنات التربة مع الاستنزاف الرطوبي فكانت اعلى قراءة 1.19 سم. ساعة$^{-1}$ لمحسن الزيولايت واستنزاف رطوبي 50% من الماء الجاهز وأدنى قراءة 0.98 سم. ساعة$^{-1}$ لمعاملة المقارنة واستنزاف رطوبي 75% من الماء الجاهز، وتوجد فروق معنوية للتداخل الثنائي بين محسنات التربة والاعماق، حيث سجلت أعلى قيمة للإيصالية المائية بلغت (1.22 و1.21 و1.11) سم. ساعة$^{-1}$ للعمق الاول والثاني والثالث على التوالي لمعاملة الزيولايت، في حين أدني قيمة سجلت عند معاملة المقارنة والتي بلغت (1.05 و1.01 و0.98) سم. ساعة$^{-1}$ للأعماق الاول والثاني والثالث على التوالي، لا توجد فروق معنوية بين التداخل الثنائي لأعماق التربة والاستنزاف الرطوبي .

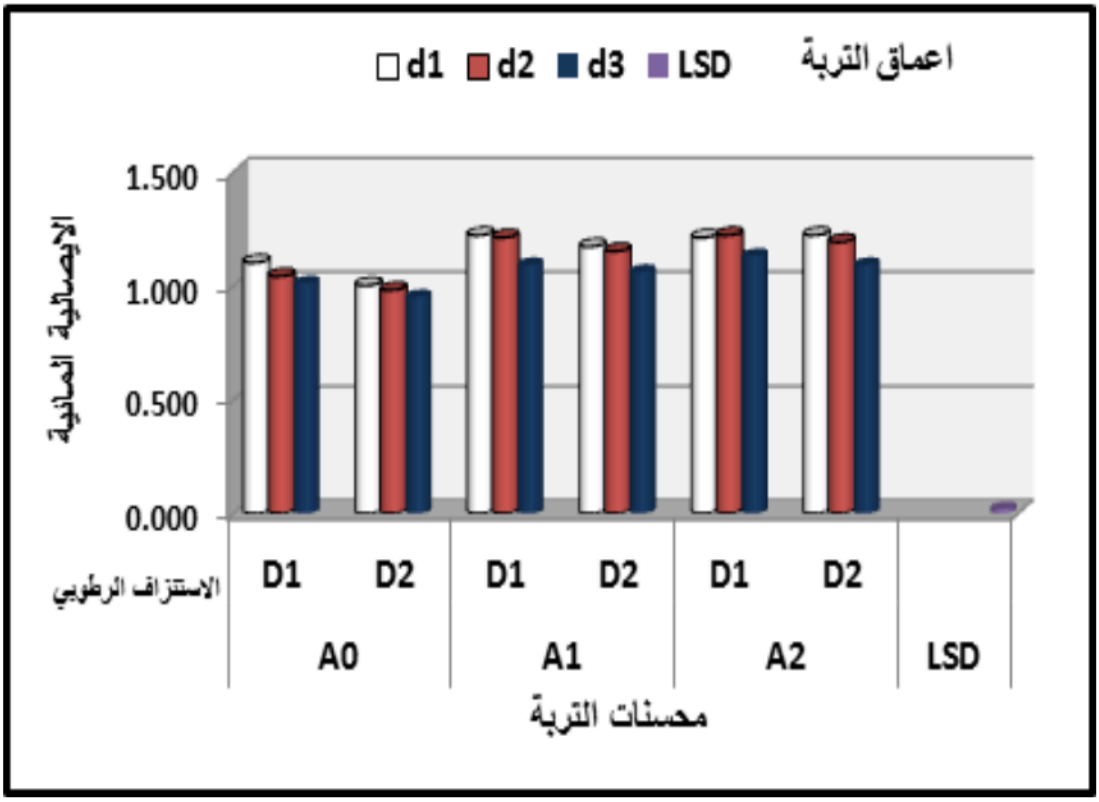
أوضحت نتائج جدول (5) وشكل (5) أنه توجد فروق معنوية بين التداخلات الثلاثية لمتوسطات محسنات التربة والاستنزاف الرطوبي وأعماق التربة فكانت اعلى القيم (1.21 و1.22 و1.13) سم. ساعة$^{-1}$ لمحسن الزيولايت عند استنزاف رطوبي 50% من الماء الجاهز وأدنى قيم (1.0 و0.98 و0.95) سم. ساعة$^{-1}$عند معاملة بدون اضافة محسن واستنزاف رطوبي 75% من الماء الجاهز،

يعزى ذلك لدور محسنات التربة في تحسين الصفات الفيزيائية للتربة من خلال خفضها للكثافة الظاهرية وما يتبعه من زيادة المسامية وثباتيه تجمعات التربة، مما يؤدي الى رفع قيمة ايصاليتها المائية (عبد الحسن ،2018) و (Georgie ،2009).

جدول (5) يوضح تأثير معاملات الدراسة على الايصالية المائية سم . ساعة$^{-1}$

الايصالية المائية سم. ساعة$^{-1}$					
محسنات التربة	الاستنزاف الرطوبي	اعماق التربة (d)			A * D
(A)	(D)	d1	d2	d3	
A0	D1	1.100	1.040	1.010	1.050
	D2	1.000	0.980	0.950	0.980
A1	D1	1.220	1.210	1.090	1.170
	D2	1.170	1.150	1.060	1.130

1.190	1.130	1.220	1.210	D1	A2
1.170	1.090	1.190	1.220	D2	
0.018 LSD A*D	0.019			LSD A*D*d	
	1.050	1.130	1.150	متوسط اعماق التربة	
	0.004			LSD d	
A * d					
متوسط محسنات التربة	d3	d2	d1	محسنات التربة	
1.010	0.980	1.010	1.050	A0	
1.150	1.070	1.180	1.190	A1	
1.180	1.110	1.210	1.220	A2	
0.019 LSD A	0.018			LSD A*d	
D * d					
متوسط الاستنزاف الرطوبي	d3	d2	d1	الاستنزاف الرطوبي	
1.140	1.070	1.160	1.180	D1	
1.090	1.030	1.110	1.130	D2	
0.005 LSD D	N.S			LSD D*d	



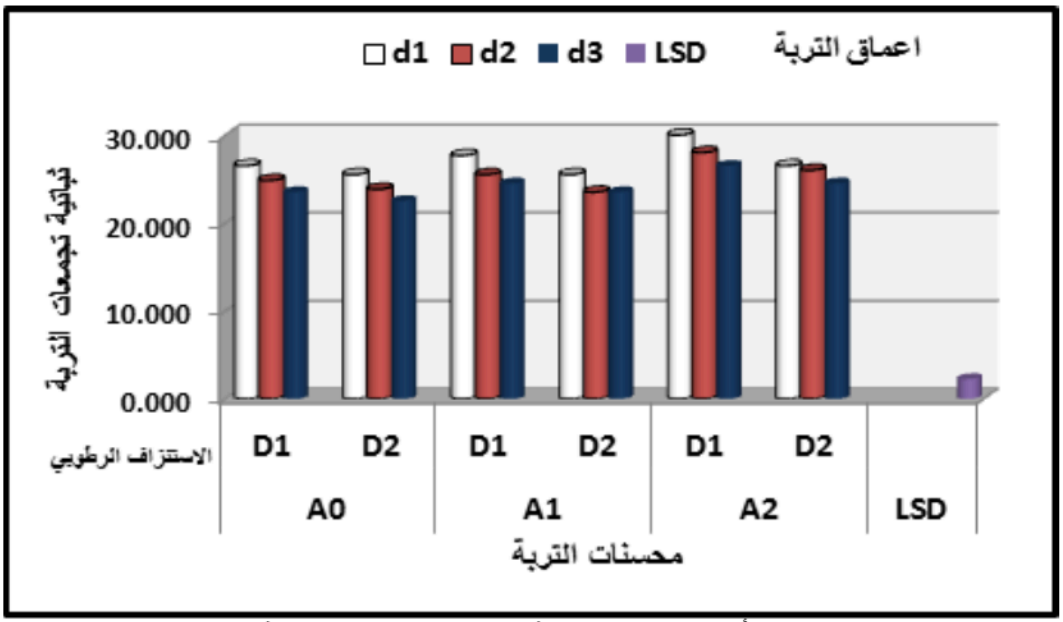
شكل (5) تأثير معاملات الدراسة على الايصالية المائية للتربة (سم . ساعة$^{-1}$)

ثباتيه تجمعات التربة (%)

أظهرت نتائج جدول (6) و شكل (6) وجود فروق معنوية بين محسنات التربة ، حيث سجلت أعلى قيمة لمتوسط ثباتيه التجمعات لمحسن الزيولايت بلغت 28.1% بالمقارنة مع ادنى قيمة بلغت 24.9 % لمعاملة المقارنة (بدون اضافة محسن)، وكانت هناك فروق معنوية بين معاملات الاستنزاف الرطوبي حيث سجلت أعلى قيمة لمتوسط الثباتية بلغت 27.2 % عند استنزاف رطوبي 50% من الماء الجاهز وادنى قيمة بلغت 25.9 % عند استنزاف رطوبي 75 % من الماء الجاهز وأظهرت النتائج وجود فروق معنوية فيما بين الاعماق فكانت اعلى قيمة بلغت 27.9 % للعمق الاول و 26.8% للعمق الثاني وادنى قيمة بلغت 24.8 % للعمق الثالث . في حين أظهرت نتائج جدول (6) وشكل (6) عدم وجود فروق معنوية بين التداخلات الثلاثية لعوامل الدراسة ولا توجد فروق معنوية بين التداخلات الثنائية لكل من محسنات التربة مع الاستنزاف الرطوبي، ومحسنات التربة مع الاعماق، والاعماق مع الاستنزاف الرطوبي.

جدول (6) يوضح تأثير عوامل الدراسة على ثباتيه تجمعات التربة %

ثباتيه تجمعات التربة %					
محسنات التربة	الاستنزاف الرطوبي	اعماق التربة (d)			A * D
(A)	(D)	d1	d2	d3	
A0	D1	27.0	26.5	23.5	25.7
	D2	25.0	24.5	23.0	24.2
A1	D1	29.0	26.5	25.5	27.0
	D2	27.5	26.5	24.5	26.2
A2	D1	30.5	29.0	27.0	28.8
	D2	28.5	28.0	25.5	27.3
LSD A*D*d		N.S			LSD A*D N.S
متوسط اعماق التربة		27.9	26.8	24.8	
LSD d		0.62			
A * d					
محسنات التربة		d1	d2	d3	متوسط محسنات التربة
A0		26.0	25.5	23.2	24.9
A1		28.3	26.5	25.0	26.6
A2		29.5	28.5	26.3	28.1
LSD A*d		N.S			LSD A 0.7
D * d					
الاستنزاف الرطوبي		d1	d2	d3	متوسط الاستنزاف الرطوبي
D1		28.8	27.3	25.3	27.2
D2		27.0	26.3	24.3	25.9
LSD D*d		N.S			LSD D 0.6



شكل (6) تأثير معاملات الدراسة على ثباتيه تجمعات التربة (%)

يعزى زيادة ثباتيه تجمعات التربة للمعاملات المضاف لها زيولايت مقارنة بالمعاملات المضاف لها محسن البيرلايت ومعاملات المقارنة لكون محسن الزيولايت له القدرة في تحسين الصفات الفيزيائية للتربة من خلال زيادة قيمة السامية وخفض الكثافة الظاهرية للتربة وكذلك للدور التنظيمي لمحسن الزيولايت للترب ذات البناء المتدهور كما أشار إلى ذلك (Reddyو Ramesh، 2011) ، او قد يعزى ذلك إلى قابلية محسن الزيولايت في زيادة قوة الارتباط بين دقائق الرمل نتيجة آلية

عمل المحسن بإحاطة دقائق الرمل على شكل أغلفة اضافة الى زيادة الجهد الكاتيوني لمحسن الزيولايت ، مما يؤدي إلى زيادة ثباتيه تجمعات التربة وهذا يتفق مع ما وجده (Muchtar وSolaeman ، 2010) ومع ما وجده (Trucو Yoshida، 2011) من زيادة في معدل القطر الموزون للتربة عند اضافة الزيولايت في المناطق الحارة.

يعزى سبب تفوق المعاملات المروية عند استنزاف رطوبي 50% على المعاملات المروية عند استنزاف رطوبي 75% لتقارب عدد الريات في المعاملات الأولى مقارنة بالمعاملات الثانية، مما يؤدي إلى زيادة انتشار المجموع الجذري وزيادة فعالية الأحياء الدقيقة لهذه المعاملات في تحلل المادة العضوية مما يحسن من بناء التربة وزيادة ثباتيتها. يلاحظ من النتائج أن قيم ثباتيه تجمعات التربة للأعماق الثلاثة ازدادت عن قيمها قبل زراعة المحصول حيث كانت نسب الزيادة 7.31%، 16.52%، 18.1 % للأعماق الثلاثة على التوالي، وهذا يعود الى دور محسنات التربة في التأثير على بناء التربة وزيادة انتشار المجموع الجذري للمحصول وزيادة نشاط الأحياء المجهرية في تحلل المادة العضوية.

كذلك أظهرت النتائج زيادة ثباتيه تجمعات التربة لأعماق التربة الثلاثة نتيجة لانخفاض كثافتها الظاهرية بتقدم موسم النمو (شكل 2 وجدول 2) ولوجود علاقة ارتباط سالبة بين الكثافة الظاهرية وثباتيه تجمعات التربة وهذا ما وجده كريم (2022).

المصادر العربية

1. أبوضاحي، يوسف محمد، ومؤيد أحمد يونس. 1988 .*دليل تغذية النبات، الجزء النظري* .وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، ع. 291.
2. الحلفي، رواء غالب مجيد، وصادق قاسم صادق البياتي. 2014. التأثير الفسلجي للتسميد النتروجيني ومضادات النتح في النمو والحاصل الكمي والنوعي لنبات البطاطا *Solanum tuberosum L.*.مجلة *الفرات للعلوم الزراعية*، (1): 10-19.6
3. الذبحاوي، عبد العزيز محمد. 2000. تكون القشرة السطحية في بعض ترب وسط العراق وتأثيرها على بزوغ بادران الذرة البيضاء. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد.
4. العارضي، عامر مطلك. 2021. تأثير الزيولايت الطبيعي في تحسين صفات التربة الصحراوية في نمو وحاصل نبات الخيار *Cucumis sativus L.*.رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة الكوفة.
5. المعيني، أياد حسين علي، ومحمد عويد العبيدي. 2018 .*الأسس العلمية لإدارة وإنتاج وتحسين المحاصيل الحقلية* . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الأنبار.
6. حاجم، أحمد يوسف، وحقي إسماعيل ياسين. 1992 .*هندسة نظم الري الحقلي* .دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، الموصل، العراق.
7. دوغرامة جي، جمال شريف، وفليح حسن أحمد. 1988. التصلب السطحي ومعالجته بتأثير ثلاث محسنات على مقاومة التربة وبزوغ بادران البنجر السكري في تربتين مختلفتي النسجة .*مجلة البحوث الزراعية والموارد المائية*، مجلس البحث العلمي، بغداد، 7: 1-14.
8. شهاب، رمزي محمد. 1997. أثر إضافة زيت الوقود والبنتونايت في بعض الخصائص الفيزيائية وانتقال الماء والمذاب في تربة جبسية. أطروحة دكتوراه، قسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.
9. عبد الحسن، سارة نعيم. 2018. استخدام معدن الزيولايت في تحسين الخصائص الفيزيائية لترب مختلفة النسجة ونمو نبات الحنطة. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة المثنى.
10. كريم، يحيى راضي. 2022. إيجاد منحنى الانضغاط (الرص) لترب محافظة واسط. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة واسط.
11. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (فاو). 2004 .*نمو وتحسين إدارة الطلب على المياه في الشرق الأدنى* . المؤتمر الإقليمي السابع والعشرون للشرق الأدنى، الدوحة، قطر، 13–17.

المصادر الأجنبية

1. Abdi, G. H., Khui, M. K., and S. Eshghi. 2006. Effects of natural zeolite on growth and flowering of strawberry. *International Journal of Agricultural Research*, 1: 384-389.
2. Abdullah, A. S., M. M. Aziz, K. H. Siddique, and K. C. Flower. 2015. Film antitranspirants increase yield in drought-stressed wheat plant by maintaining high grain number. *Agricultural Water Management*, 159(C): 11-18.

3. Anonymous. 2004. Manufacture of slow release fertilizers and soil amendment. http://www.zeolite.co.uk/agricandhort.htm
4. Bansiwal, A. K., Rayalu, S. S., Labhasetwar, N. K., Juwarkar, A. A., and S. Devotta. 2006. Surfactant-modified zeolite as a slow release fertilizer for phosphorus. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 4773-4779.
5. Behzadfar, M., Sadeghi, S., and M. Khanjani. 2017. Effects of rates and time of zeolite application on controlling runoff generation and soil loss from a soil subjected to a freeze-thaw cycle. *International Soil and Water Conservation Research*, 5: 95–101.
6. Black, C. A. 1965. *Methods of Soil Analysis, Chemical*. Wisconsin, USA.
7. Del Amor, F. M., P. Cuadra-Crespo, D. J. Walker, J. M. Camara, and R. Madrid. 2010. Effect of foliar application of antitranspirants on photosynthesis and water relation of pepper plants under different levels of CO_2 and water stress. *Journal of Plant Physiology*, 167(15): 1234-1240.
8. Evans, M. R. 2004. Ground bovine bone as a perlite alternative in horticultural substrates. *HortTechnology*, 14: 171-175.
9. Ekebafe, L. O., Ogbifun, D. E., and F. E. Okieimen. 2011. Polymer application in agriculture. *Biochemistry*, 23(2).
10. Georgie, D. 2009. Synthetic zeolites – Structure, classification, current trends in zeolite synthesis. *Review, Bulgaria International Science Conference*.
11. Hernandez, M. A. 2000. Adsorption characteristics of natural erionite, clindenite zeolites from Mexico, 6: 33-45.
12. Klute, A. 1986. Water retention laboratory method. *Methods of Soil Analysis*, Part 1. Agronomy Monograph 26: 635-660.
13. Maloupa, E., Mitsios, I., Martinez, P. F. S., and Bladenopoulou. 1992. Study of substrate use in gerbera soilless culture grown in plastic greenhouses. *Acta Horticulturae*, 3238: 139-144.
14. Ming, D. W., and D. L. Bish. 2001. *Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Applications*. Reviews in Mineralogy and Geochemistry, 45. Mineralogical Society of America, Washington, USA.
15. Muchtar, and Y. Soelaeman. 2010. Effects of green manure and clay on the soil characteristics, growth and yield of peanut at the coastal sandy soil. *J. Trop. Soils*, 15(2): 139-146.
16. Ouerghi, I. F., M. Ben-Hammouda, J. A. T. Da Silva, A. Albouchi, G. Bouzaien, and B. Nasraoui. 2014. The effect of Vapor Gard on some physiological traits of durum wheat and barley leaves under water stress. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 79(4): 261-267.
17. Ramesh, K., and D. Reddy. 2011. Zeolites and their potential uses in agriculture. *Encyclopedia of Agriculture Science*, 10.1016/B978-0-12-386473-4.00004-X.
18. Schmilwski, G. 2009. Growing medium constituents used in the EU. *Acta Horticulturae*, 819(1): 33-46.
19. Sun, H., K. Li, A. Zhao, and X. Zhang. 2000. Infiltration characteristics of clay pots in sandy soil. *Water Saving Irrigation*, 2: 26-29.
20. Truc, M., and M. Yoshida. 2011. Effect of zeolite on the decomposition resistance of organic matter in tropical soils under global warming. *International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering*, 5(11): 664-668.
21. Wei, Y., Wu, X., and C. Cai. 2015. Splash erosion of clay-sand mixtures and its relationship with soil physical properties: The effects of particle size distribution on soil structure. *Catena*, 135: 254-262.
22. Xiubin, H., and H. Zhanbin. 2001. Zeolite application for enhancing infiltration and retention in loess soil. *Resources, Conservation and Recycling*, 34(3): 45-52.